

Andrzej BIAŁOŃ¹
Juliusz FURMAN²
Andrzej KAZIMIERCZAK³

**ZAKŁÓCENIA GENEROWANE DO SIECI TRAKCYJNEJ PRZEZ
NOWOCZESNY ELEKTRYCZNY ZESPÓŁ TRAKCYJNY 22 WE ELF**

Opis układu sterowania elektrycznego zespołu trakcyjnego 22 WE ELF. Wyniki badań zakłóceń generowanych do sieci trakcyjnej przez elektryczny zespół trakcyjny 22 WE ELF.

**DISTURBANCES INTO THE CONTACT LINE GENERATED BY MODERN
TRACTION UNITS 22 WE „ELF“**

Description of the control system of the traction units 22 WE „ELF“. Measurements of disturbances into the contact line generated by traction units 22 WE.

1. WPROWADZENIE

Z doświadczeń własnych i danych literaturowych można wnioskować, że poziom zakłóceń generowanych przez pojazdy trakcyjne rośnie wraz z ich mocą. Współczesne pojazdy trakcyjne, szczególnie pojazdy przeznaczone do jazd z prędkościami 160 km/h i więcej, mają moce powyżej 4 MVA. Przykładem takiego pojazdu jest elektryczny zespół trakcyjny 22 WE ELF.

Stosowanie takich pojazdów wiąże się ze wzrostem poziomu zakłóceń generowanych do sieci trakcyjnej. Jednocześnie wiadomo, że urządzenia sterowania ruchem kolejowym przy wykorzystywaniu tego typu pojazdów pozostają takie same – ich odporność na zakłócenia nie zmienia się. W związku z tym problem tłumienia zakłóceń musi być realizowany na lokomotywie poprzez zastosowanie odpowiednich filtrów, powodujących obniżanie poziomu zakłóceń do wymaganego przez Zarząd Kolei (np. PKP).

2. CHARAKTERYSTYKA ZESPOŁU TRAKCYJNEGO ELF

¹ Instytut Kolejnictwa, 04-275 Warszawa, ul. Chłopickiego 50, tel. +48 22 47-31-453, fax. +48 22 47-31-036, e-mail abialon@ikolej.pl

Politechnika Śląska, Zespół Automatyki w Transporcie, 40-019 Katowice, ul. Krasińskiego 8, tel. +48 32 60-34-136, e-mail andrzej.bialon@polsl.pl

² Instytut Kolejnictwa, ul. Chłopickiego 50 04-275 Warszawa jfurman@ikolej.pl;

³ Instytut Kolejnictwa, ul. Chłopickiego 50 04-275 Warszawa akazimierczak@ikolej.pl

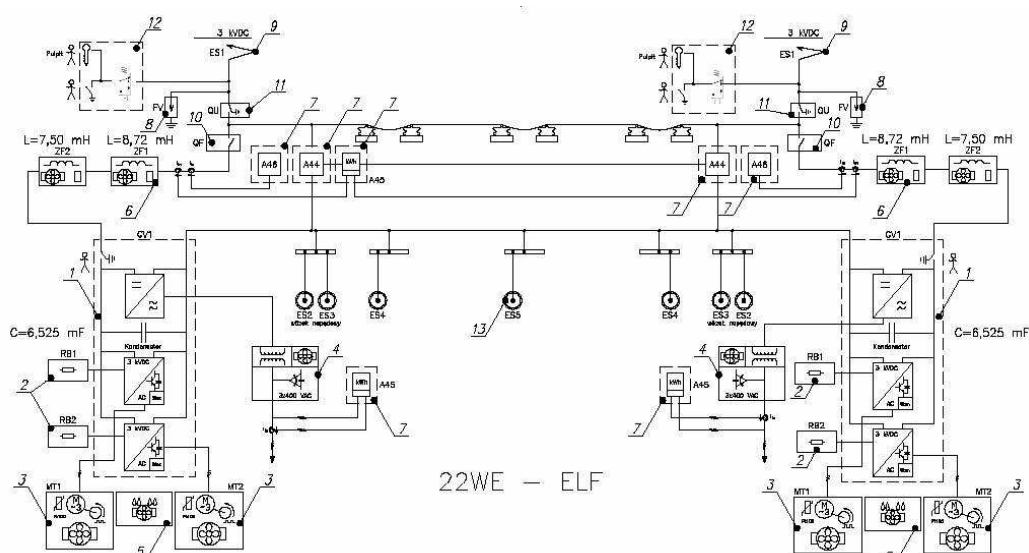
Elektryczny zespół trakcyjny 22 WE ELF (fot. 1) jest przeznaczony do przewozu pasażerów. Wybrane parametry ezt przytoczono poniżej:



Fot. 1. Zespół trakcyjny ELF

Prędkość eksploatacyjna	≤ 160 km/h
Szerokość toru	1435 mm
Masa pojazdu w stanie służbowym	137 000 kg \pm 3%
Nacisk na oś	≤ 185 kN
Długość całkowita	75 250 mm
Szerokość pojazdu	2883 mm
Wysokość pudła od główki szyny	4280 mm
Napęd	cztery silniki elektryczne asynchroniczne typu TMF 59-39-4, o łącznej mocy 2 000 kW
Układ osi	Bo`+2`+2`+2`+Bo`
Napięcie zasilania	3 000 V DC
Odbierak prądu	typu DSA 150 PKP, nakładka grafitowa
Minimalne promienie łuków:	- w warunkach eksploatacyjnych ≥ 150 m - w warunkach warsztatowych ≥ 100 m
Dodatkowy stopień	wysuwany automatycznie
Wysokość podłogi w przy drzwiach wejściowych	760 mm

Przewóz osób niepełnosprawnych	człon A dostosowany do przewozu osób niepełnosprawnych na wózkach inwalidzkich
Toalety	w członie A toaleta dostosowana dla osób niepełnosprawnych na wózkach inwalidzkich(system zamknięty)
System hamulca	KNORR BREMSE
Systemy bezpieczeństwa	CA, SHP i RADIOSTOP
Radiotelefon	„Koliber” 14 I
Rejestrator zdarzeń	TELOC 2500
Systemy pokładowe	Monitoring zewnętrzny i wewnętrzny, rejestracja zdarzeń, zewnętrzny i wewnętrzny system informacji pasażera, system kontroli i diagnostyki pojazdu



1. Układ przekształtnika trakcyjnego z przetwornicą pomocniczą, 2. Rezystor hamowania, 3. Silnik trakcyjny
4. Transformator z filtrem, 5. Wymiennik ciepła, 6. Dławkik, 7. Urządzenia kontrolno-pomiarowe, 8. Odgromnik
9. Pantograf, 10. Wyłącznik szybki, 11. Odłącznik, 12. Zespół urządzeń uszyniających pojazd, 13. Styk uziemiający

Rys. 1 Schemat blokowy obwodu wysokiego napięcia ez 22 WE ELF

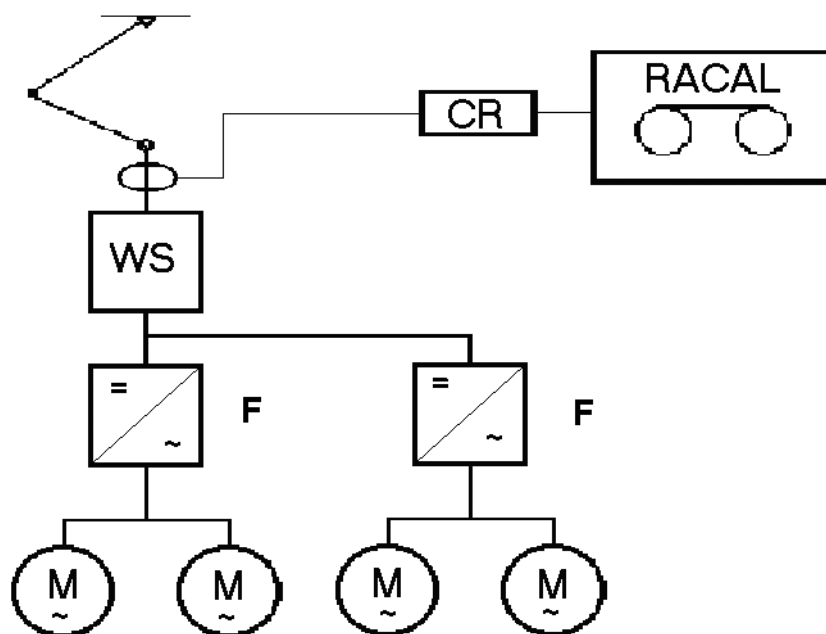
3. METODYKA BADAŃ

Elektryczny zespół trakcyjny 22 WE ELF przeznaczony jest w Polsce do ruchu pasażerskiego z prędkościami do 160 km/h. Jego wprowadzenie na sieci PKP w ramach homologacji zostało poprzedzone szeregiem niezbędnych badań. Jednymi z nich są badania zakłóceń generowanych do sieci trakcyjnej, niezbędne do oszacowania możliwości wpływu

lokomotywy na pracę urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Badania takie są wykonywane zawsze przed wykonaniem badań wpływu na urządzenia srk.

Badania zakłóceń generowanych do sieci trakcyjnej przeprowadzono na pojeździe dla następujących kombinacji:

- ezt w stanie normalnym
- ezt z symulowanym uszkodzeniem 1, 2 lub 3 silników,
- urządzenia wygładzające na podstacji trakcyjnej włączone lub wyłączone,
- rozruchy ezt
- jazdy ezt z ustalonymi prędkościami.
- Badania odniesienia zakłóceń pochodzących z podstacji trakcyjnej



WS – wyłącznik szybki, F – falownik, M – silnik, CR – cewka Rogowskiego, RACAL – rejestrator magnetyczny,

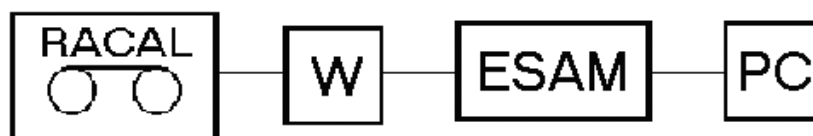
Rys. 2 Układ pomiarowy do rejestracji zakłóceń na pojeździe

Cewka Rogowskiego została umieszczona na przewodzie zasilania 3kVDC na dachu zespołu trakcyjnego za pantografem połączonym z siecią trakcyjną.

Na pojeździe rejestrowano składową prądową prądu trakcyjnego na postoju i w czasie jazdy.

Pomiary z prędkością do 160km/h wykonywano na poligonie badawczym Okręgu Doświadczalnego w Żmigrodzie. W celu zmniejszenia harmonicznych pochodzących od podstacji trakcyjnej załączono dodatkowe filtry w kanale rejestratora.

Analizę zarejestrowanej na pojeździe składowej prądowej dla harmonicznym prądu wykonano w układzie pomiarowym przedstawionym na rysunku 3.



RACAL – rejestrator magnetyczny, W – wzmacniacz pomiarowy, ESAM – przetwornik, PC – komputer

Rys. 3. Układ pomiarowy do analizy zakłóceń generowanych przez pojazd do sieci trakcyjnej.

Do analizy harmonicznym wykorzystano specjalny program komputerowy obliczający transformatę Fouriera FFT z zarejestrowanych na taśmie magnetycznej przebiegów składowej prądowej prądu trakcyjnego oraz filtr środkowo przepustowy do analizy poziomu sygnału strojony na częstotliwości pracy filtrów wejściowych obwodów torowych. Analizę wykonano dla czterech zakresów częstotliwości 0 – 1 kHz, 1 kHz – 3 kHz, 3 kHz – 20 kHz oraz 20 kHz – 50 kHz.

W analizie w sposób znaczący zredukowano udział zakłóceń pochodzenia komutacyjnego, które ze względu na krótkotrwały czas trwania nie powodują istotnych zakłóceń a w sposób znaczący zwiększają obliczone wartości harmonicznym w stosunku do wartości wyliczonych w warunkach ustalonych.

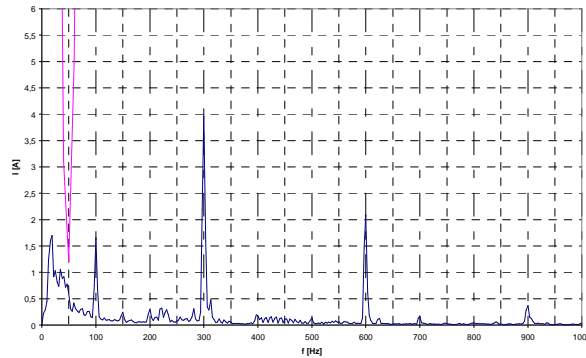
Przeprowadzono badania dla dwóch przypadków:

- dławik filtru wejściowego o indukcyjności 16,22 mH
- dławik filtru wejściowego o indukcyjności 8.72 mH.

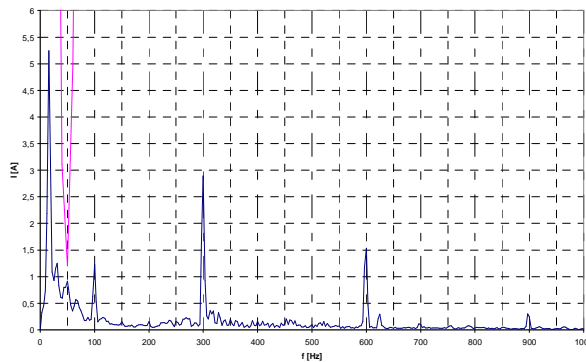
Ponieważ, już przy mniejszej wartości filtru spełnione zostały wymagania dla dopuszczalnych parametrów zakłóceń wymaganych przez PKP w artykule przytoczono wyłącznie te wyniki.

4. WYNIKI BADAŃ ZAKŁÓCEŃ OD ZESPOŁU TRAKCYJNEGO ELF

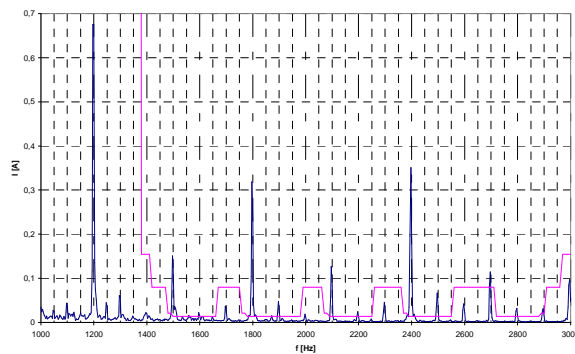
Wyniki badań przedstawione są w postaci wykresów w funkcji częstotliwości: harmonicznym od 0 do 1 kHz, harmonicznym od 1 kHz do 3 kHz, harmonicznym od 3 kHz do 20 kHz i harmonicznym od 20 kHz do 50 kHz.



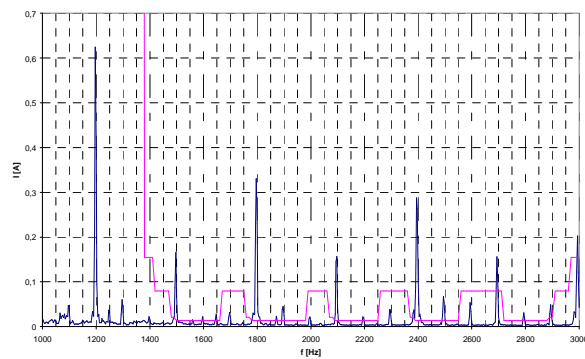
Rys. 4. Maksymalne harmoniczne w paśmie 0-1 kHz zarejestrowane na pojeździe – filtry na podstacji wyłączone.



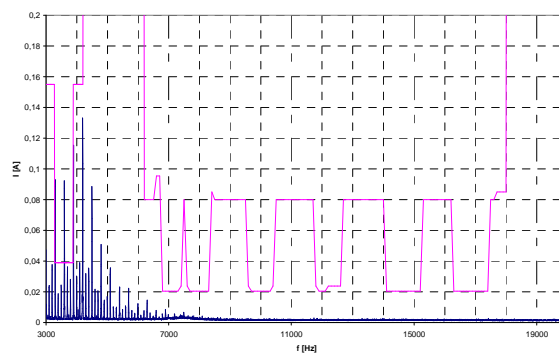
Rys. 5. Maksymalne harmoniczne w paśmie 0-1 kHz zarejestrowane na pojeździe – filtry na podstacji załączone.



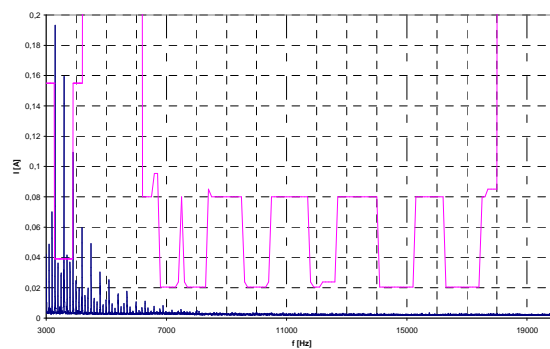
Rys. 6. Maksymalne harmoniczne w paśmie 1 kHz – 3 kHz zarejestrowane na pojeździe – filtry na podstacji wyłączone.



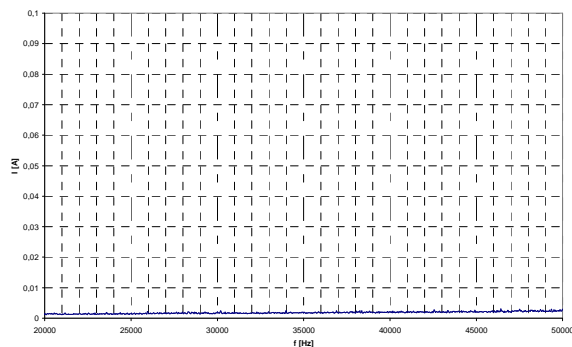
Rys. 7. Maksymalne harmoniczne w paśmie 1 kHz – 3 kHz zarejestrowane na pojeździe - filtry na podstacji załączone.



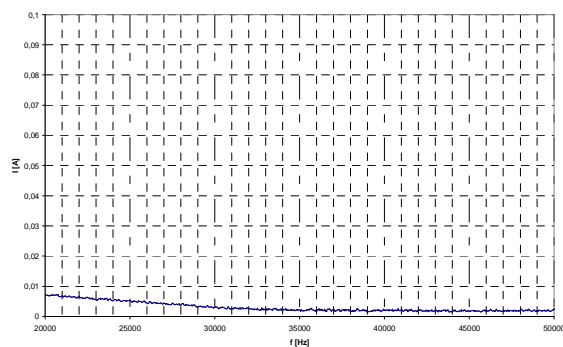
Rys. 8. Maksymalne harmoniczne w paśmie 3 kHz – 20 kHz zarejestrowane na pojeździe - filtry na podstacji wyłączone.



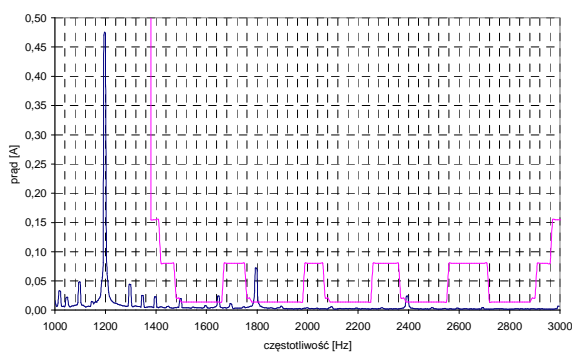
Rys. 9. Maksymalne harmoniczne w paśmie 3 kHz – 20 kHz zarejestrowane na pojeździe - filtry na podstacji załączone.



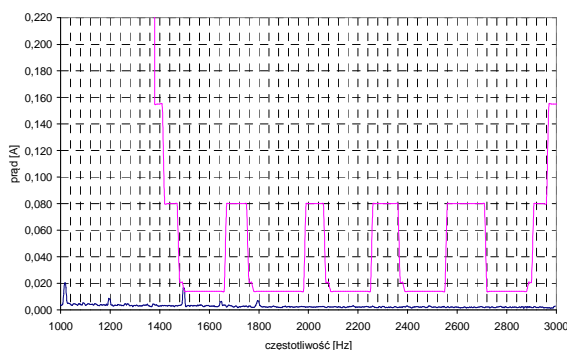
Rys. 10. Maksymalne harmoniczne w paśmie 20 kHz – 50 kHz zarejestrowane na pojeździe - filtry na podstacji wyłączone.



Rys. 11. Maksymalne harmoniczne w paśmie 20 kHz – 50 kHz zarejestrowane na pojeździe - filtry na podstacji załączone.



Rys. 12. Maksymalne wartości harmonicznych w paśmie 1 kHz -3 kHz w prądzie trakcyjnym przy obciążeniu rezystancyjnym podstacji prądem 650 A – filtry na podstacji wyłączone.



Rys. 13. Maksymalne wartości harmonicznych w paśmie 1 kHz -3 kHz w prądzie trakcyjnym przy obciążeniu rezystancyjnym podstacji prądem 650 A – filtry na podstacji załączone.

Wartości maksymalne prądów zakłócających przedstawione na rysunkach 4 ÷ 11 zarejestrowanych na elektrycznym zespole trakcyjnym 22 WE ELF przekraczają dopuszczalne wartości zakłóceń dla szeregu częstotliwości (pochodzących z podstacji trakcyjnej) w paśmie częstotliwości 1 kHz – 3 kHz. Po uwzględnieniu zakłóceń generowanych przez podstację trakcyjną (przy ekwiwalentnym obciążeniu rezystancyjnym – rys. 12 i 13) można stwierdzić, że ezt ELF spełnia wymagania na dopuszczalne poziomy zakłóceń zawarte w opracowaniu CNTK 6915/23.

WNIOSEK

Elektryczny zespół trakcyjny EW 22 ELF spełnia wymagania na dopuszczalne poziomy zakłóceń przy wartości dławika filtru wejściowego wynoszącej 8,72 mH.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Białoń A., Furman J., Kazimierczak A. i inni, Badania homologacyjne zespołu ezt typu 22 WE ELF - etap I, Badanie zakłóceń generowanych do sieci trakcyjnej, Praca Instytut Kolejnictwa nr 3755/21/10, Warszawa, grudzień 2010 r.
- [2] Dokumentacja ezt 22 WE ELF i materiały pomocnicze producenta. PESA Bydgoszcz 2010.
- [3] Białoń A., Kazimierczak A., Opracowanie dopuszczalnych parametrów zakłóceń dla urządzeń srk, łączności i pojazdów trakcyjnych. Prace CNTK 6915/23 1999